

EVALUACIÓN DE DESLUMBRAMIENTO EN EDIFICIOS CON ILUMINACIÓN NATURAL EN CLIMAS SOLEADOS. EL CASO DE UNA BIBLIOTECA CON TECHO VIDRIADO.

A. Pattini¹, R. Rodríguez², C. Lasagno³, A. Villalba⁴, L. Córlica³, L. Ferrón², R. del Rosso⁵

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda - Instituto Ciencias Humanas Sociales y Ambientales (LAHV INCIHUSA)

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Centro Científico y Tecnológico CONICET Mendoza

Tel. 0261-4288797 – Fax 0261-4287370. Correo electrónico: apattini@lab.cricyt.edu.ar

Laboratorio de Ergonomía- Facultad de Artes y Diseño, Universidad Nacional de Cuyo (FAD-UNCuyo)

RESUMEN: El presente trabajo aborda la problemática del deslumbramiento en climas soleados cuando se utiliza iluminación natural a través de vidrioado cenital. Para su análisis se utilizaron distintos métodos: medición de iluminancias y luminancias, mapeos de luminancias con imágenes HDR y evaluaciones subjetivas con la escala GSV. Los resultados mostraron alto grado de contraste, bajo rendimiento en niveles de iluminación natural con valores medios inferiores al rango de 300 a 750 lux y una desviación estándar de 692 lux. Se demostró la tolerancia al deslumbramiento, en relación con los valores objetivos verificados de deslumbramiento. Los valores fotométricos medidos demostraron que la estrategia de vidrioado cenital como inadecuada para iluminar con luz natural en climas soleados.

Palabras clave: luz solar, iluminación natural, vidrioado cenital, biblioteca.

INTRODUCCIÓN

En años recientes los espacios con iluminación natural a partir de importantes superficies vidriadas, iluminación cenital como las cúpulas vidriadas, los grandes lucernarios y los atrios son valorados como un signo de tecnología avanzada (Özgür Göçer, 2006). El atrio como estrategia de iluminación natural cenital logra espacios impresionantes, reanima el espacio interior debido a la admisión de la luz natural, maximiza los beneficios del sol y promueve la interacción y la socialización de los ocupantes. Estas superficies vidriadas pretenden a su vez actuar como un filtro de los efectos indeseables de los factores del ambiente exterior como la lluvia, la nieve o el viento; y conserva los efectos deseables del exterior como la luz natural y los ambientes visuales interesantes (Bryn, 1993; Bednar, 1986; Sajón, 1986). El potencial de ahorro de energía de un atrio es asociado básicamente con la provisión de luz diurna en los espacios ocupados, formando una zona de filtro entre los ambientes interior y exterior.

Paralelamente, y dependiendo de las condiciones climáticas locales, las superficies de vidrio en el techo en este tipo de edificios causan ganancias de calor solar excesiva en el verano y pérdidas de calor en el invierno. Además promueven la estratificación sobre todo en el verano, afectando el confort de los usuarios, induciendo al desmedido uso de energía para el acondicionamiento térmico, que se vuelve imprescindible en este tipo de edificios (Pitts 2006). Las tipologías de edificios que poseen grandes superficies de vidrios en los techos se han extendido ampliamente en nuestro medio, especialmente en construcciones destinadas a grandes tiendas comerciales. Sin embargo los requerimientos de eficiencia y confort visual en edificios y bibliotecas son particularmente críticos y difieren respecto a los requerimientos de espacios comerciales.

LA LUZ SOLAR Y LA ILUMINACIÓN NATURAL.

Es necesario aclarar que cuando los distintos autores hacen referencia a la iluminación natural de los interiores en su función *iluminación de espacios de trabajo o lectura*, se refieren a la luz difusa uniforme y con bajos índices de contraste, sin presencia en el campo visual del usuario de visión directa de la fuente luminosa. En definitiva *luz natural no es sinónimo de luz solar*.

Generalmente se asume que, a priori, las personas prefieren la luz natural dentro de los edificios, siempre y cuando no este acompañado de desconfort térmico o de posibles deslumbramientos originados por esa fuente de iluminación solar. El grado de valoración positiva a luz del natural depende de muchos factores locales, entre ellos el clima, la cultura y hasta los prejuicios. Las consideraciones respecto a los aspectos térmicos de la luz solar y su control han empezado a incorporarse a la práctica del diseño de edificios, sin embargo los aspectos visuales relacionados a luz del sol no son suficientemente considerados aún (E. Ne'Eman, 1974).

¹ Investigadora Independiente CONICET

² Becario CONICET

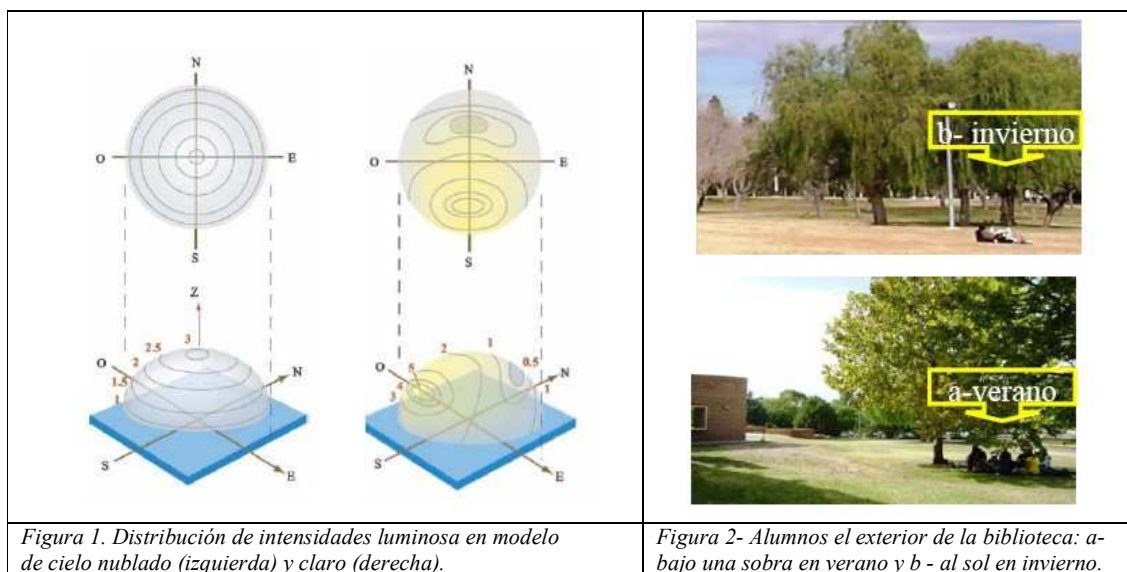
³ Becaria CONICET

⁴ Pasante CCT CONICET Mendoza

⁵ Docente-Investigadora UNCuyo

No hay dudas de que las personas prefieren la luz natural al realizar tareas en los espacios interiores de sus edificios, particularmente espacios de estudio o trabajo. Sin embargo, la disponibilidad de niveles altos de luz solar característica de los climas desérticos en un ambiente interior podría disminuir las condiciones óptimas visuales, no sólo debido a reacciones psicológicas negativas debido a un exceso de luz del sol, sino también por las variables características de la luz del día que definen el ambiente luminoso: a- condiciones de cielo; b- intensidad y distribución; c- colores y energía radiante.

Las variables a y b definen en la etapa de prediseño la estrategia de iluminación natural más conveniente para optimizar la disponibilidad regional. Así, en una condición de cielo predominantemente nublado la luz natural será mejor aprovechada en la región cenital del edificio, ya que la intensidad y la distribución de luminancias de la bóveda es 3 veces más luminoso en el cenit que en el horizonte. En regiones con cielo claro con sol predominante, la bóveda celeste es más oscura en el cenit que en el horizonte, presentando un modelo de distribución de luminancias mayor próximo al horizonte de lo que resulta un mejor rendimiento lumínico de las superficies vidriadas laterales. (Fig. 1). No considerar estas dos primeras variables puede llevar a fenómenos de deslumbramiento psicológico o fisiológico (Nazzari, 2005).



En Mendoza la energía del sol necesita ser controlada selectivamente, se debe asegurar sombra en verano para evitar sobrecalentamiento y facilitar o promover el calor del sol en invierno para el bienestar de las personas. La disponibilidad de luz natural en el emplazamiento constituye el punto de partida para la selección de la estrategia de iluminación. (Fig.2).

En un primer paso es necesario realizar un análisis previo de la disponibilidad de luz natural que permita comprender la relación que tendrá un edificio con su clima luminoso regional, en particular con el sol directo, para ofrecer una descripción profunda del hecho de iluminar con luz natural un espacio interior. A partir de este análisis, y comprendiendo las estrategias de iluminación disponibles, se pueden aplicar y difundir las mas adecuadas para prevenir problemas de discomfort visual. En un segundo paso se debe evaluar el entorno del edificio, que puede modificar el clima luminoso: un edificio emplazado en una situación urbana de alta densidad, tendrá un acceso al sol limitado por la morfología urbana y por lo tanto solo dispondrá de luz difusa y reflejada, mientras otro que se encuentre aislado accederá a la luz directa del sol junto a las componentes difusa y reflejada, aún cuando ambos se encuentren en una región con clima luminoso de cielo claro con sol predominante (Fig. 3).



Figura 3 – consideración de disponibilidad de luz natural por densidad del entorno construido. Izquierda localización

CONFORT VISUAL Y DESLUMBRAMIENTO

El confort visual está influenciado principalmente por el nivel de iluminancia del espacio, el índice de deslumbramiento y la distribución espacial de la luz natural (Anon 2000). La capacidad de los usuarios de los edificios de adaptarse a las condiciones dinámicas del ambiente es muy importante. Las condiciones luminosas en un local iluminado con luz natural pueden cambiar drásticamente entre el exterior y el interior y en el interior cuando en éste hay luz solar. Por otra parte, el sistema visual humano tiene mecanismos físicos, neurales y fotoquímicos para adaptarse a las cambiantes condiciones de la iluminación (Rea, 2000). La visión humana puede adaptarse a un amplio rango de condiciones de iluminación (del orden de 10^{10} desde el umbral de percepción escotópica hasta el límite absoluto de deslumbramiento fisiológico). Sin embargo solo puede adaptarse rápidamente a rangos del orden de 10^3 .

En comparación con la luz eléctrica, los rangos de luminancia producidos por la luz solar y la iluminación natural en el interior variarán enormemente. Los rangos de luminancia en el interior permanecerán relativamente constantes para las condiciones de iluminación de un cielo cubierto, a pesar de los cambios de la iluminación externa, pero en el caso de la penetración de rayos del sol. Aquí el control será necesario, particularmente en zonas de trabajo ante la presencia de luminancias en el campo visual con valores superiores a los límites marcados por la luminancia de adaptación del sujeto (Dubois 2002)

La IESNA define al deslumbramiento como la sensación producida por luminancias dentro del campo visual suficientemente mayores a la luminancia a la que el sistema visual está adaptado como para causar molestia, incomodidad o pérdida en el funcionamiento visual y la visibilidad. (IESNA, 2000).

Por otra parte, la CIE además de definirlo de modo similar a la anteriormente, explicita los dos tipos diferentes de deslumbramiento: 1- El discapacitante o fisiológico que provoca un deterioro de las funciones visuales, causando la pérdida de sensibilidad para captar los contrastes y 2- El desconfortante o psicológico, tipo de molestia visual que conduce a una sensación subjetiva de malestar. Es el resplandor o brillo que produce una sensación desagradable, sin que sea necesario impedir la visión. (CIE 1987).

Al deslumbramiento a menudo se lo relaciona a la luz natural generado por: 1- Nivel alto de iluminación de la radiación directa solar o de la bóveda de cielo (cuando está en cualquier parte del campo visual del observador); 2- Reflexión secundaria de luz en superficies internas y externas, caracterizadas por alto factor de reflexión. Por otra parte, las personas de climas con cielos soleados son más tolerantes a la presencia de contrastes de luminaria importantes aún en presencia de deslumbramiento por iluminación solar no totalmente controlada si éste no esta asociado al confort térmico y a condición de tener vistas al exterior interesantes y que se sientan libres de cambiar de orientación o moverse de las manchas de sol.

CASO DE ANÁLISIS

A los fines de analizar el confort visual en un espacio con predominancia de luz natural y funciones visuales que requieran altos niveles de iluminación, el presente trabajo aborda la medición del deslumbramiento en un caso de análisis seleccionado por responder a una estrategia de iluminación natural crítica en una región semiárida como la provincia de Mendoza. El caso de estudio corresponde al edificio de la biblioteca central de la Universidad Nacional de Cuyo, construido en el centro universitario de la provincia de Mendoza. La biblioteca fue proyectada y construida aprovechando una construcción preexistente. En su etapa de proyecto el edificio fue evaluado termo-luminicamente y se informó a las autoridades sobre los posibles riesgos de desconfort interior (Esteves, 1998). A pesar de dicho informe, el edificio fue construido igualmente.

La biblioteca posee una planta semicircular de doble altura iluminada principalmente por una superficie vidriada abovedada. En los muros laterales posee aberturas pequeñas para contacto con el exterior y en la fachada plana dos módulos laterales con ventanas. (Fig. 4).



Figura 4. Fotos con vistas del edificio de la biblioteca

Los vidrios colocados en la cúpula vidriada de la UNCuyo son doble vidriado hermético (DVH) compuesto de vidrio templado 6mm “Supergrey” (cara superior +cámara de 12mm + laminado 4+4 que a su vez se compone de (LowE 4mm + pvb0.76 + float de 4mm) en cara inferior del DVH en ese orden. La transmitancia en el visible es de 7%. (Figura. 5).

PRODUCTO	ESPESOR NOMINAL DEL VIDRIO mm	LUZ VISIBLE		ENERGÍA SOLAR TOTAL		UV	TRANSMITANCIA TÉRMICA K W/m ² K	FACTOR SOLAR	COEFICIENTE DE SOMBRA
		Transmisión %	Reflexión %	Transmisión %	Reflexión %	Transmisión %			
Supergrey Gris Intenso de Alta Performance	6	7	4	5	4	1	1.8	0.15	0.18

Figura 5. Propiedades ópticas de los vidrios utilizados. Fuente: Catalogo de Producto 2006 - 2007 VASA S.A.

El interior de la biblioteca posee una reflectancia superficial promedio de 67% debido al predominio de colores claros. Se reduce la reflectancia en el área de muebles de libros, ubicados en posición radial debido al uso de colores más oscuros. El equipamiento condiciona el modo de uso de los espacios: en la planta baja los sectores de lectura y búsqueda de libros se ubican en el perímetro y las computadoras de uso público se encuentran en la mesada central. En la bandeja del primer piso se encuentra una mesada de lectura sin libros y en el lado oeste computadoras. Las oficinas, separadas del uso público, están a la vista, integradas en la planta abierta. (Figura 6).



Figura 6. Fotos interior biblioteca.

METODOLOGÍA

Para predecir la incidencia del sol sobre el caso de análisis se calcularon las cartas solares, la anual con el software Shadow 3.0 y las diarias con Geosol 2.0. En los gráficos inferiores de la figura 7 se ha graficado la trayectoria solar diaria para el día 21 de junio, 31 de agosto y 21 de diciembre respectivamente, fechas en que se prevé volver a medir el edificio. Como muestra la figura 6, la superficie de techo recibirá radiación solar en todo el año. A los fines de minimizar la variable temperatura (P. Laforgue, 1997) se realizaron las mediciones del ambiente luminoso interior para una estación donde los usuarios no asocian la incidencia solar con la temperatura, es decir con la percepción positiva de éste en invierno y negativa en verano en nuestra región, desde la expectativa térmica.

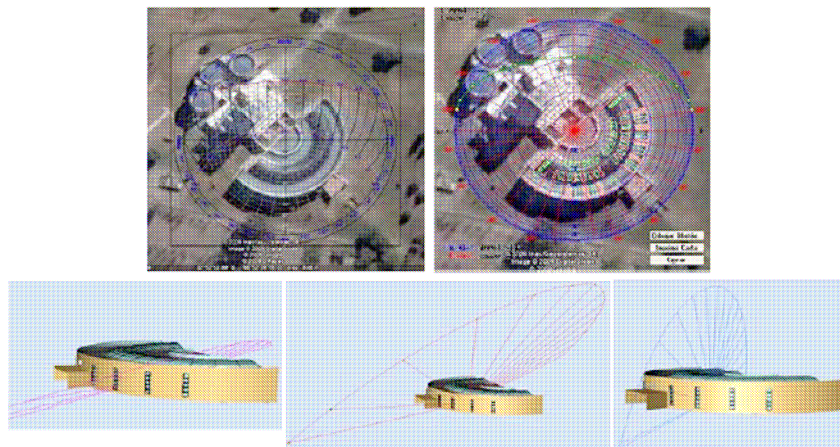


Figura 7. Carta solar y trayectoria solar calculada (superior izq.: anual- superior der.: día de medición. Inferior: trayectoria invierno, día de medición -31 de agosto- y verano respectivamente).

MEDICIONES LUMÍNICAS

La evaluación lumínica a los fines del presente trabajo se acotó a las zonas de uso público tanto de la planta baja como para el primer piso. Las mismas se realizaron en condiciones de cielo claro a las 9:30 hs. y 13:30 hs (medio día solar) respectivamente. Los niveles de iluminación se midieron sobre dos ejes radiales en la planta baja, como indica el corte A-A y B-B de la figura 8 a 0.80 m del piso y en la planta alta a la altura de la mesada (0.80m) en todos los casos cada 0.50m. El equipamiento utilizado fue un trípode con altura fija al que se le vinculó el sensor de iluminancia marca LMT con rango de 0,1 a 120.000 lux con corrector de coseno y filtro v de lambda.

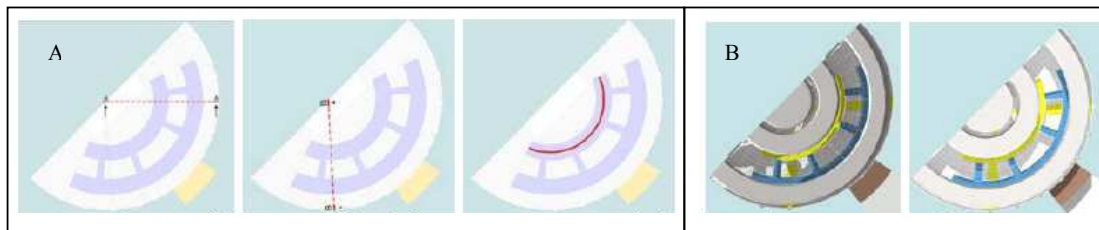


Figura 8. A-Ubicación de los ejes de medición de iluminancia. B-. Ingreso de luz solar Medición 9:30 y 13:30 hs.

Los puestos de lectura perimetrales ubicados junto a las ventanas se denominaron “1” y los puestos centrales de lectura se denominaron “2”. Los puestos con pantalla de visualización de datos (PVD) de la planta baja se denominaron “3”. En planta alta se midieron las mesas de lectura y se codificaron como “4”. De este modo se pudieron codificar los puestos de trabajo analizados según su ubicación, por ejemplo 2B, 3A.

Para evaluar el posible deslumbramiento se realizaron mediciones de luminancia con luminancímetro marca Minolta (modelo LS100) para verificar las relaciones de contraste según la norma IRAM AADL 2004 y se realizaron mapeos de luminancias a partir de imágenes fotográficas de Rango Dinámico Amplio (HDR) (figura 14) con una cámara Nikon Coolpix 5400 con lente Nikon FC-E9 y procesadas con el software WebHDR siguiendo un protocolo específico (Endrizzi & Córlica, 2008).

OPINIONES SOBRE LA SENSACION DE DESLUMBRAMIENTO

El grado de deslumbramiento disconfortante percibido fue medido con la escala GSV (por sus siglas en inglés: Glare Sensation Vote) (Iwata, 1998) (Bellia, 2000). EL GSV obtenido para iluminación natural correlacionan con valores de DGI (del inglés: Daylight Glare Index) para visión central según la siguiente relación (Tabla 1) (Tokura, 1996)

Glare Sensation Vote	0	1	1,5	2	3
Daylight Glare Index	16	20	22	24	28

Tabla 1. Correlación entre DGI y GSV.

Junto a las mediciones de luminancia realizadas a las 9:30 hs y a las 13:30 hs se realizó una encuesta a los ocupantes de cada uno de esos puestos (n=43). La misma consistió en la toma de datos demográficos básicos (edad y sexo) y uso de anteojos. Se indagó en ella sobre la presencia de brillos en el campo visual y en caso de ser afirmativa la respuesta, el encuestado completó una adaptación efectuada a la Escala GSV. A partir de una prueba piloto, se detectaron dificultades en la correcta interpretación de la escala por lo que se hizo necesaria la modificación de los términos usados en la escala estándar. La versión utilizada de la escala de valoración de los brillos percibidos (sensación correspondiente al parámetro fotométrico Luminancia) fue:

- 0 -Lo percibo pero no me afecta (al brillo)
- 1 -Es aceptable
- 2 -Es molesto
- 3 -Es intolerable

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A pesar de las importantes superficies de vidrio del edificio, y contradiciendo lo esperado por los autores, los niveles de iluminación medidos no logran en todos los casos los valores mínimos recomendados por la NORMA IRAM AADL 2004 para el tipo de tarea visual que se ubica en el rango de los 300 a 750 lux. El nivel de uniformidad es muy bajo, con superficies próximas que presentan valores muy disímiles.

Como muestra la figura 9, para las mediciones radiales efectuadas en el corte A-A de la planta baja, a las 9:30 hs. (eje desde la ventana lateral este hasta el centro del edificio) la posición solar hace que la distribución sea influida básicamente por la luz natural ingresando por la ventana lateral y con un marcado efecto de disminución brusca a medida que se aleja de la ventana, con un leve aumento en la zona bajo los vidrios cenitales. Mientras que en las mediciones correspondiente al mediodía solar, la luz natural es influenciada en mayor medida por los vidrios cenitales aumentando considerablemente en el área por debajo de las mismas (en la figura 9, el gráfico de la derecha ha sido ampliado en su escala del eje Y (lux) para mostrar este efecto).

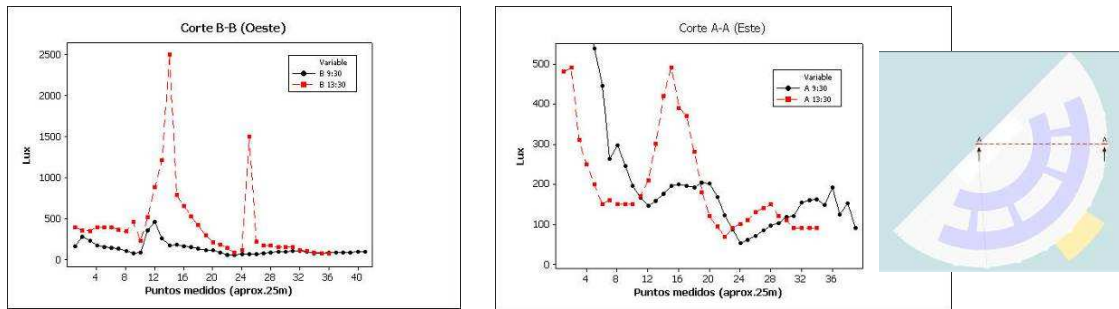


Figura 9. Mediciones de iluminancia corte A-A.

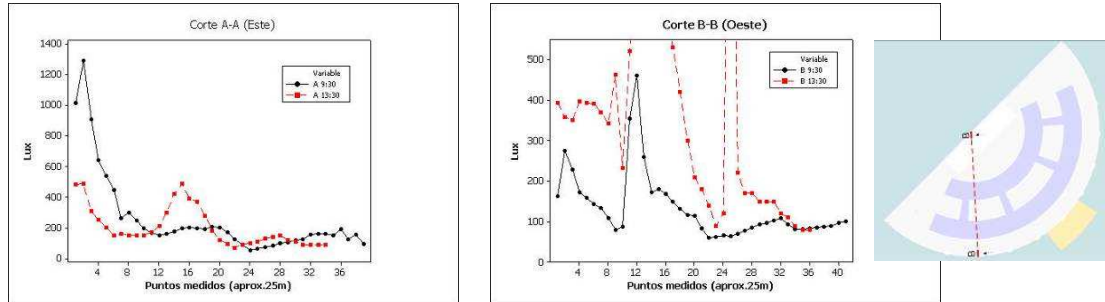


Figura 10. Mediciones de iluminancia corte B-B.

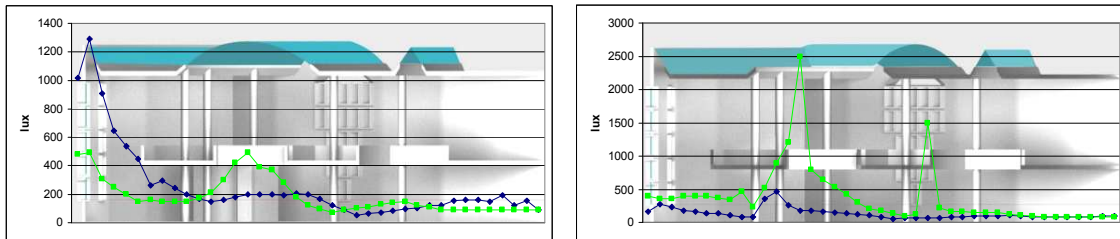


Figura 11. Comparación mediciones en los dos ejes radiales de medición (Desde la ventana noreste Izq. A y desde la ventana suroeste Der. B).

Para el corte B-B se registra una diferencia importante en los niveles y distribución de iluminancia a las 9:30 hs. En este caso no influye la componente directa sobre ventana lateral, sino la difusa, el aumento de iluminancia es muy marcado (400 lux de diferencia) bajo la zona de influencia del vidrio cenital. Esto se evidencia aún más en los datos de las 13:30 hs, cuando por la posición del sol en la bóveda celeste provoca manchas de sol sobre las mesadas con altos contrastes de iluminancia a pesar de tener vidrios cenitales con muy baja transmitancia en el visible (7%) (Fig. 10). En la figura 11 se muestra comparativamente la diferencia en los picos de iluminancia más pronunciados y la ubicación de los mismos en el corte del edificio. Las mediciones de la planta alta (Fig. 12) registran mayor variabilidad con un valor de desviación estándar de 692 lux, ocasionada por la proximidad al techo vidriado.

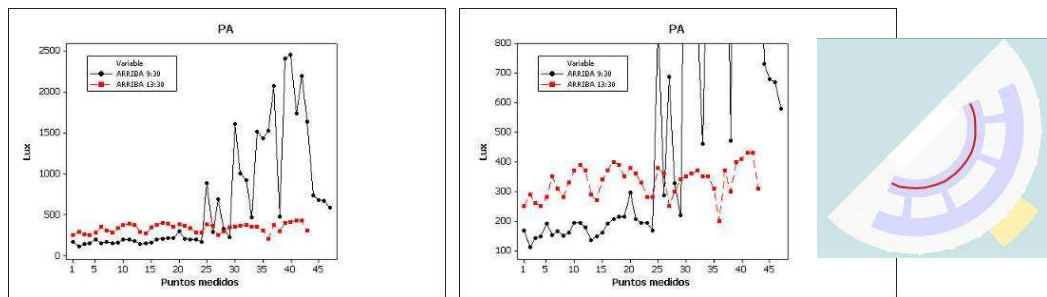


Figura 12. Medición de iluminancia planta alta

Las luminancias medidas en los puestos de análisis no cumplieron con las relaciones de luminancia de la norma IRAM AADL 20.04 en la mayoría de los casos (Tabla 2). Particularmente las relaciones entre ventana /superficie adyacente, valor de norma: 20:1 y el valor medido fue de 2305:1. (Fig. 13). A modo de comparación puntual se midieron los mismos puestos bajo cielo nublado para comparar los niveles y distribución de luminancias en cada caso. Así, se pudo observar que el contraste de luminancias entre ventana /superficie adyacente para cielo nublado baja a 6:1.

Relaciones de Luminancias IRAM AADL 2004	Valor Norma	No verifica la Norma
Tarea / Fondo Inmediato	3:01	50%
Ventanas / Superficies Adyacentes	20:01	100%

Tabla 2. Porcentaje de puestos relevados que verifican la norma IRAM AADL 2004.



Figura 13. Comparación cielo claro cielo (azul) nublado (gris).

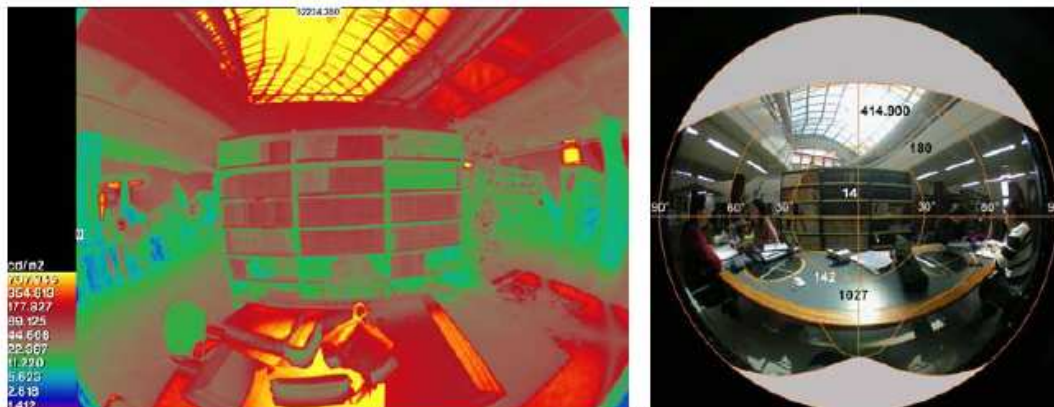


Figura 14 Mapa luminancias imagen HDR (Izq.) y Campo visual con mediciones de luminancia para el puesto 2A.

Los resultados obtenidos de la medición de la sensación de deslumbramiento con la escala GSV (Figura 15) indican que el 65,1% de los encuestados percibe algún tipo de brillo en su campo visual. El 20,9% de los encuestados manifestó percibir algún brillo sin afectarlo. Otro 37,2% consideró como aceptable ese brillo percibido. Finalmente un 7% dijo sentirse molesto por algún brillo en su campo visual. Ningún encuestado manifestó sentir brillos intolerables en su campo visual. Se presentan los resultados de los datos generales de GSV y los datos según la hora. Los valores generales muestran una distribución que tiende a la normal con una media de 0,78 sin puntajes mayores a 2. Este valor promedio se sitúa por debajo del límite entre confort y discomfort de 1,5.

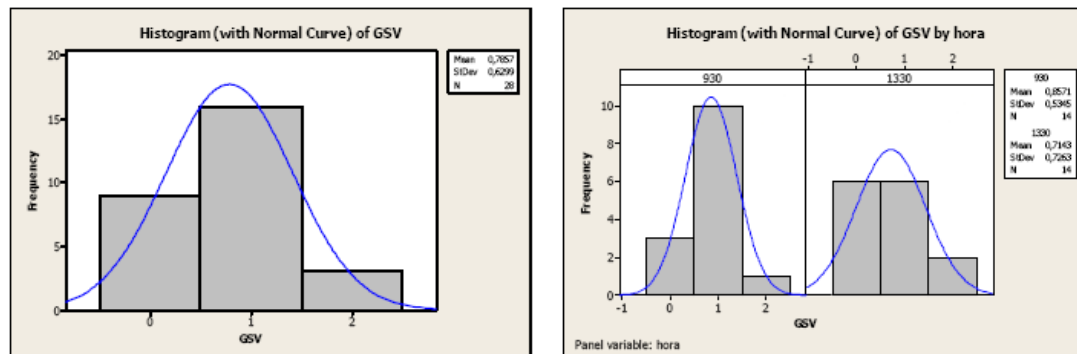


Figura 15. Resultados Sensación de deslumbramiento

Para el resultado de las luminancias se representa el puesto 2A tiene los siguientes datos para ser cruzados:

- Mapa de luminancia por imágenes HDR.
- Mediciones de contrastes de luminancias
- Encuesta GSV

En la tabla 3 se comparan los valores de contraste de luminancia según la norma IRAM AADL 2004 medidos con los valores de Deslumbramiento obtenidos por la escala subjetiva.

		OBJETO FONDO	OBJETO SUP OSCURA	OBJETO SUP CLARA	OBJETO FUENTE	GSV
Puesto A2	9:30	NO	NO	SI	NO	1
	13:30	NO	SI	SI	NO	1,3

Tabla 3. Comparación de deslumbramiento entre valores medidos y encuestas.

Como puede observarse, no se verifican las relaciones de luminancia entre el objeto y la fuente - con visión directa del sol- ni entre el objeto y el fondo en el campo visual, lo que llevaría a esperar situaciones de sensación de deslumbramiento. Sin embargo los resultados de GSV son contradictorios con los valores medidos con un puntaje de 1 “lo percibo pero no me afecta.”

Por otra parte, de las observaciones anotadas por los encuestados pueden destacarse las siguientes afirmaciones: “La iluminación en la biblioteca es muy buena, brinda un estado de naturalidad que favorece a la tranquilidad y a la calidad de estudio”, “Me gusta la parte de arriba de la biblioteca central porque es muy iluminada, no me gustan los espacios cerrados ni oscuros para estudiar. Por eso elijo este lugar. Además prefiero la luz natural que la luz artificial”, “Con respecto a este establecimiento y sobre o acerca de la iluminación en el mismo es bueno aunque muchas veces se filtra demasiada luz solar y no deja estudiar ya que esta entra directamente a los ojos y es molesto sobre todo en esta sección de sala que es silenciosa [...] Las ventanas de arriba iluminan demasiado con los rayos solares sobre todo en la mañana.”

En conclusión, los datos obtenidos a partir de los distintos métodos aplicados en el presente trabajo, verifican que la estrategia de iluminar con grandes superficies vidriadas en cielos con sol es lumínicamente inadecuado: genera luminancias excesivas con dificultades para la adaptación visual en el campo de vista del observador, lo que se traduce en deslumbramientos; los niveles de iluminancia sobre plano de trabajo son bajos en promedio y heterogéneos (desviación estándar de 692 lux). Por otra parte se comprobó que hay una mayor tolerancia a los altos contrastes de luminancias presentes en los puestos de trabajos, al menos en la situación climática en donde la luz del sol no se asocia directamente con la temperatura (ni positiva de invierno ni negativa de verano).

AGRADECIMIENTOS

Isabel Piñeiro - Directora del SID - UNCuyo

Personal Biblioteca Central UNCuyo.

Arq. Juan Augusto Brugiavini – Proyectista Edificio Biblioteca Central UNCuyo.

Ing. Miguel Montalto – Coordinador de Infraestructura Mantenimiento y Servicios UNCuyo

REFERENCIAS

Anon (2000). Lighting of Indoor Work Places. N S 0081/E. CIE Publication Vienna, Austria, CIE.

Atif, M. R. L., J.A.; Littlefair, P. (1997). Daylighting Monitoring Protocols & Procedures for Buildings. Canada, National Research Council Canada.

IEA (International Energy Agency) Task 21 / Annex 29: Daylight in Buildings: 14.

C. Laurentin , V. B. a. M. F. (2000). "Effect of thermal conditions and light source type on visual comfort appraisal" Lighting Research and Technology **32**(4): 223-233.

CIE (1987). Vocabulaire international de l'éclairage. CEI Publication Geneve, Suisse, CIE 50(845): 379

Dean, E. T. (2005). Daylighting Design in Libraries. California, USA, AIA

Dubois, M.-C. (2002). Impact of Shading Devices on Daylight Quality in Offices: Simulations with Radiance. Lund Institute of Technology, Department of Construction & Architecture, Energy and Building Design. . Lund, Sweden.

E. Ne'Eman, D., MSc, BSc, FillumES (1974). "Visual aspects of sunlight in buildings." Lighting Research and Technology **6**(3): 159-164

Endrizzi, M., Córca, L. (2008). Mapeo de luminancias a partir de imágenes fotográficas de Rango Dinámico Amplio (HDR). Protocolo de toma y procesamiento de fotografías. Mendoza, Argentina, LAHV-INCIIHUSA CCT CONICET Mendoza.

Esteves, A., Pattini, A. (1998). Evaluación de la sala de lectura de la biblioteca de la UNCuyo. Mendoza, Argentina, LAHV – CCT CONICET Mendoza: 17.

Iwata, T., M. Tokura (1998). "Examination of the limitations of predicted glare sensation vote (PGSV) as a glare index for a large source: Towards a comprehensive development of discomfort glare evaluation." Lighting Research and Technology **30**(2): 81-88.

L. Bellia, A. C., G. F. Iuliano, G. Spada (2000). DAYLIGHT GLARE: A REVIEW OF DISCOMFORT INDEXES. Italia, DETEC – Università degli Studi di Napoli Federico II Piazzale Tecchio, 80 – 80125 Napoli.: 10.

Nazzal, A. (2005). "A new evaluation method for daylight discomfort glare." International Journal of Industrial Ergonomics **35**: 295 - 306.

- Özgür Göçer, A. T., Ertan Özkan (2006). SIMULATION MODEL FOR ENERGY PERFORMANCE AND USER COMFORTEVALUATION OF ATRIUM BUILDINGS. Simulating Buildings 2006, Massachusetts, USA.
- P. Laforge ; B. S., M. Fontoynt, G. Achard (1997). SIMULATION OF VISUAL AND THERMAL COMFORT RELATED TO DAYLIGHTING AND SOLAR RADIATION IN OFFICE BUILDINGS, Prague, Czech Republic.
- Pitts, R. L. a. A. (2006). Thermal Comfort and Environmental Modelling in Atrium Buildings. PLEA2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva, Switzerland.
- Tokura M, I. T., Shukuya M. (1996). "Experimental study on discomfort glare caused by windows, part 3. Development of a method for evaluating discomfort glare from a large light source." Journal of Architecture, Planning and Environmental Engineering 489: 17-25.

Abstract: This article deals with glare from zenithal glasses in sunny climates. Different methods of analysis were applied: illuminance and luminance measurement, luminance maps with HDR images and subjective evaluations with GSV scale. Results showed a high luminance contrasts and low performance of daylight levels. The average illuminance was lower than the recommended range of 300 - 750 lux and a standard deviation of 692 lux. Tolerance to glare was demonstrated in relation to the objective values measured. Photometric values demonstrated that zenithal glass strategy is an inefficient way of daylight illumination under the luminous climate of reference.